

MONITORING OR CONTROL METHOD OF COMBUSTION STATE AND ITS DEVICE

Publication number: JP2106615

Publication date: 1990-04-18

Inventor: SHIMODA MAKOTO; TOMURO JINICHI; KIMURA TORU; MIYAGAKI HISANORI; INADA HIROSHI; WATANABE YOSHIO; SAKUMA NAOKATSU

Applicant: HITACHI LTD; BABCOCK HITACHI KK; TOHOKU ELECTRIC POWER CO

Classification:

- international: **F22B35/00; F23K3/02; F23M11/04; F23N5/00; F23N5/08; F22B35/00; F23K3/00; F23M11/00; F23N5/00; F23N5/08; (IPC1-7): F22B35/00; F23M11/04; F23N5/08**

- european: **F23N5/08B**

Application number: JP19880257914 19881013

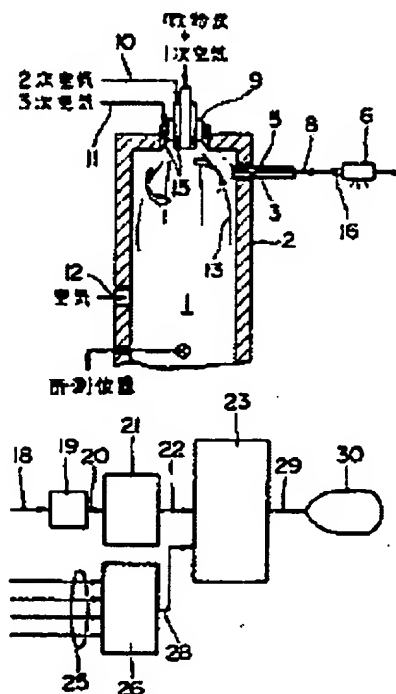
Priority number(s): JP19880257914 19881013

Report a data error here

Abstract of JP2106615

PURPOSE: To control a burner operation quantity to contrive the improvement of combustion efficiency by finding combustion state by the balance of energy produced by supply energy for a burner and a combustion flame to precisely estimate ash contained unburnt components at a furnace outlet.

CONSTITUTION: An image fiber 8 connected to an ITV camera 6 is provided at the furnace wall 2 of a furnace 1 and the ITV camera 6 is connected to a monitor of a burning condition. An analog image signal 8 from the ITV camera 6 is converted into a digital image signal 20 through an A/D convertor 19 and the signal 20 is written in a flame memory 21. The written-in image data 22 is taken in a processor 23 and combustion rate x at the downstream end of the flame observed by the processor 23 is operated. An operation quantity and a measuring quantity (coal feed, air supply, coal heating value, preheat air temperature and the like) 25 are input in the processor 23 as a digital signal through a process I/O 26 to substitute in the formulas previously written in the processor 23 so as to calculate out as an estimated unburnt quantity UBC.



⑫ 公開特許公報(A)

平2-106615

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)4月18日

F 23 N 5/08
F 22 B 35/00
F 23 M 11/04

1 0 3

G 8815-3K
A 7715-3L
8815-3K

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全9頁)

⑭ 発明の名称 燃焼状態の監視又は制御方法及びその装置

⑯ 特 願 昭63-257914

⑰ 出 願 昭63(1988)10月13日

⑱ 発 明 者 下 田 誠 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑱ 発 明 者 戸 室 仁 一 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
⑲ 出 願 人 バブコック日立株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番2号
⑲ 出 願 人 東北電力株式会社 宮城県仙台市一番町3丁目7番1号
⑳ 代 理 人 弁理士 鶴沼 辰之
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

燃焼状態の監視又は制御方法及びその装置

2. 特許請求の範囲

1. 火炉の火炎温度を検出し、該火炎温度から発生しているエネルギーを計算する燃焼状態の監視方法。
2. 請求項1において、計算したエネルギーを火炎での出力エネルギーとし、バーナへの石炭供給量、石炭発熱量等を入力エネルギーとして、エネルギー収支をとり、燃焼火炎での燃焼率を算出し、これにより火炉の燃焼状態を監視することを特徴とする燃焼状態の監視方法。
3. 請求項1又は2において、計算した燃焼率をもとに、バーナへの空気供給量、予熱空気温度、石炭中灰分等を用いて火炉出口での灰中未燃分を推定し、該推定された灰中未燃分により該火炉の燃焼状態を監視することを特徴とする燃焼状態の監視方法。
4. 請求項3において、灰中未燃分が減少するよ

うにバーナへの電力によってきまる空気供給量、予熱空気温度、石炭中灰分等を制御することを特徴とする燃焼状態の制御方法。

5. 火炉の火炎画像を検出する画像検出手段と、当該火炎画像から火炎温度を算出する温度演算手段と、当該火炎温度から火炉出口における燃焼率を算出する燃焼率演算手段と、当該燃焼率から灰中未燃分を算出する灰中未燃分算出手段と、を備えている燃焼状態の監視装置。
6. 請求項5において、前記灰中未燃分が減少するようにバーナへの石炭供給量、空気供給量、予熱空気温度等を制御する制御手段を備えていることを特徴とする燃焼状態の制御装置。
7. 請求項5又は6において、前記火炉は、微粉炭焼きボイラの火炉であることを特徴とする燃焼状態の監視又は制御装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、火炉の燃焼状態の監視又は制御方法及びその装置に係わり、特に、微粉炭焼きボイラ

の火炉出口における排ガス成分を推定する方法及び装置に関する。

〔従来の技術〕

ボイラ運転中の燃焼排ガスの中に含有している物質、特に有害物質である NO_x 、 SO_x 、ばいじん等には規制値が設けられており、その生成量を規制値以下に守って運転しなければならない。

一方、ボイラの燃焼効率は、常時最大に保って運転することが望ましく、この効率を算出する上で目やすとなるのが排ガス中に含まれる未燃分である。

従来、ボイラ運転時におけるガス成分は、火炉出口或いは煙道などに検出端を設けて検出していた。燃焼時には、未燃分或いは、化学変化により有害物質(NO_x 、 SO_x 、等)が生成され排ガス中に含まれるが、検出されたそれら成分の分離、分析には長時間を要し、オンライン監視はできなかった。

このため、その時間低減には、運転員の経験と勘に頼らざるを得なかった。特に、その生成量が

規制されつつある NO_x (窒素酸化物)、 SO_x (硫黄酸化物)或いは燃焼効率に影響を与える未燃分の低減、等については、早急に解決されるべき課題であるにもかかわらず、燃焼状態を定量的に評価する方法が技術的に確立されていないのが現状である。

最近、燃焼としてガス、油に変わり石炭の利用が見直されつつあり、ボイラにおいて微粉炭、CWM(石炭/水スラリー)、COM(石炭/油スラリー)、等が燃料として用いられ始めている。

石油代替エネルギーとして石炭が見直されている中で、微粉炭燃焼技術が注目されている。この技術そのものは、すでに完成されたと言われているが、先に述べた NO_x 排出量、灰中未燃分の残存量等が、ガス、油等の燃料に比べ格段に増加することから環境及び効率に及ぼす影響が大きい。

特に石炭を燃料とした場合、それ自体に含まれている窒素成分が燃焼により NO_x に転換するため、その生成量は多大なものになる。さらに、燃焼速度がガス、油に比べて格段に遅いことから、

火炉温度の低下を伴い、灰中未燃分の残存量も増える傾向にある。

そして灰中未燃分の増加は、ボイラ効率を低下させると共に廃棄物処理に種々の制約をもたらす。さらに、微粉炭の燃料として高燃料比炭(固形炭素/揮発分)、低品位炭の使用に伴い灰中未燃分の低減への対策が急務となってきている。そこで、灰中未燃分低減のための新たな技術的対応が望まれている。

微粉炭の燃焼は、1次空気と共に火炉内に送り込まれた微粉炭が高温の炉壁及び火炎からの輻射熱を受け、石炭粒子の温度が上昇して水分が蒸発し、次に揮発分を発生しつつ着火し放熱と燃焼による発熱がバランスするまで、1次及び2次空気による燃焼によって急激に温度上昇し火炎を形成する。

一方、微粉粒子の燃焼過程は、まず燃焼の初期に揮発分の分解燃焼が進み、その後コークス状の残留炭素質(以後、チャーと呼ぶ)の表面燃焼が進行する。チャーの表面燃焼は、揮発分の分解燃

焼に比べてかなり遅く、完全に燃え切るまでに要する時間の大部分はチャーの表面燃焼に要するものと考えられる。

このことから、微粉炭燃焼は、燃料比、灰分、粘結性、粒径分布など、その性状に係わる因子が多く、このため燃焼過程での灰中未燃分を統一的に推定することは非常に困難である。

しかし、灰中未燃分を減少させる燃焼方法は、 O_2 を過剰気味にして高温雰囲気火炉内で一気に燃焼させれば良い事は経験上からも明らかであるが、制御上及び安全上そのような運転方法には問題がある。

現状の事業用あるいは産業用の微粉炭焚きボイラにおいて、ボイラ効率を向上させるため灰中未燃分を極力低くするような運転をしているが、ガス及び油焚きボイラに有効な2段燃焼あるいは緩慢燃焼などの燃焼方法を探ると火炉内音頭が低下し、灰中未燃分がかえって増加する傾向にあり問題となっている。

このような問題の多くは、燃焼火炎の形状など

を改善することにより解決できることを見出し、火炎と灰中未燃分とを関係付けることによる灰中未燃分の低減法が特願昭59-205691号で提案されている。この従来例の概略を第8図に基づいて説明する。

第8図に微粉炭燃焼時の形状の異なる3ケースの火炎を示す。それぞれ、

- (a) 灰中未燃分は少なく NO_x は多く、炉内温度は高い火炎。
 - (b) 灰中未燃分は多く、 NO_x は(a)(c)の間、炉内温度は低い火炎。
 - (c) 灰中未燃分が(a)(b)の間、 NO_x は少なく、炉内温度は(a)(b)の間の火炎。
- である。

火炎、すなわち微粉炭の燃焼領域は、揮発分が主体である1次燃焼領域、固形炭素分の燃焼が主体である2次燃焼領域に分けられ、これら領域の大きさ、位置関係と例えば灰中未燃分に着目した場合、その残存量とは極めて高い相関である。そして第8図で(a)：1次燃焼領域の火炎が大きい、

- (b)：1次燃焼領域の火炎が(a)(c)の間である。
 - (c)：1次燃焼領域の火炎の大きさが最も小さい。
- などの特徴がある。

(a)の場合、微粉粒子の周囲の O_2 分布が最適になるように微粉炭を高温雰囲気の中炉内に適度拡散して送り込むことで揮発分の着火を速くし、高温雰囲気を保つことにより急速に微粉粒子を燃焼させ、灰中未燃分は少ない。

(b)の場合、微粉炭と O_2 分布が分離されており、両者の接触領域だけで燃焼が進行するため、燃焼し切らない微粉粒子が大量に未燃分として残る。

(c)の場合、微粉炭と O_2 分布を最適にするため、2次空気を旋回させてバーナ近傍で微粉炭を散らし燃焼を促進させる共に、旋回により微粉炭の後流部は負圧となるため微粉炭と O_2 が混合され燃焼が進行する。灰中未燃分は(a)と(b)の間になる。

第8図の火炎形状で1次燃焼領域の火炎の大きさとバーナ先端部からの燃焼性との灰中未燃分の低減に効果があるという減少に基づき、例えば、灰中未燃分の指定指標 (I_{UBC}) を求める火炎形

状の特徴パラメータ(特徴量)は第9図のように定められる。

第9図において、1次燃焼領域、すなわち輝度の高い領域を酸化炎 A_1 、 A_2 とよぶことにする。ここでは、例えば酸化炎を表わす特徴パラメータとして、

酸化炎のバーナ先端からの位置

$$X = dZ / dB \dots (1)$$

酸化炎間距離 $Y = dX / dB \dots (2)$

酸化炎の厚み係数 $Z = a / b \dots (3)$

ここで、 dB ：バーナ径

a ：酸化炎の径方向の厚み

b ：酸化炎の軸方向の厚み

なお、(1)、(2)式においてバーナ径 dB と距離 dZ 、 dX との比を用いているが、 dZ 、 dX そのままの値を用いてもよい。

ここで、(1)～(3)式を用いて、灰中未燃分の推定指標 I_{UBC} を、例えば、

$$I_{UBC} = k \cdot X^{-1} \cdot Y^{-1} \cdot Z \dots (4)$$

で定義する。ここで、 k は1次口径係数である。

一方、酸化炎を表わす特徴パラメータとして先に述べた以外に次のようなものを用いることが可能である。

第9図の X 、 Y を表わす G_1 、 G_2 の定め方として、

- (1) 第9図の G_1 、 G_2 を酸化炎の中心とする。
- (2) 第9図のバーナ先端から酸化炎に最も近い位置を G_1 、 G_2 とする。
- (3) 火炎温度の最も高い位置を G_1 、 G_2 とする。
- (4) 酸化炎を温度分布から求め、その重心を G_1 、 G_2 とする。

また、 Z としてバーナ径方向の火炎厚みなどが考えられるが、これらすべてバーナ先端からの酸化炎の位置或いは大きさを表わすパラメータであり、その限りにおいては必ずしも重心或いは厚みでなくても良い。しかし、酸化炎の輝度(或いは温度)の分布は等高線状になっており、高輝度領域抽出の制限値に応じてその面積は変化するが、重心位置はそれによる変化を受けにくい事から酸化

炎を表わす特徴パラメータとして重心を用いるのが適当と考えた。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は第8図に示した火炎形状の特徴を定性的にとらえており、同一炭種で燃焼している場合には、比較的精度よく灰中未燃分を推定できる。しかし、実際のボイラにおいて燃焼する石炭は一種類とは限らず、むしろ海外の輸入炭に石炭の大部分を頼っている現状では多種類の石炭を燃焼せざるを得ない。このように炭種が変わったり、又はバーナ形式、火炉内でのバーナ配置等が変わった場合、上記従来技術では火炎形状から抽出した燃焼状態の特徴パラメータが普遍的なパラメータである物理量を表わしていないため、灰中未燃分の推定精度が悪く、上記従来技術をそのまま適用できないという問題があった。

本発明の目的は、ボイラ運転中の燃焼排ガス中に含有される燃焼効率に影響のある灰中未燃分量を短時間で推定し、これを低減する運転を実現するための燃焼の監視又は制御方法及びその装置を

提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

かかる目的を達成するために本発明は、火炉の火炎温度を検出し、この火炎温度から発生してエネルギーを計算し、またこのエネルギーを火炎での出力エネルギーとし、バーナへの石炭供給量、石炭発熱量等を入力エネルギーとしてエネルギーの収支をとり、燃焼火炎での燃焼率を算出し、またこの燃焼率をもとにバーナへの石炭供給量、空気供給量、予熱空気温度、石炭中灰分等を用いて灰中未燃分を指定し、さらにこの灰中未燃分が減少するようにバーナへの空気供給量、予熱空気温度、石炭中灰分等を制御する方法及びその装置を備えたものである。

〔作用〕

燃焼火炎で生成しているエネルギー発生速度 E は供給した燃焼ガス（含未燃固体分）の温度上昇によるエネルギー E_1 と火炎で発生したエネルギー E_2 の和となるので、

$$E = E_1 + E_2 \quad (\text{kcal/h}) \quad \dots \dots (5)$$

となる。これが火炎により出力された石炭のエネルギーである。

一方、石炭供給量 G_{coal} 及びその石炭の発熱量 H_{coal} により、該当バーナへ供給されたエネルギー E_0 は次式で与えられる。

$$E_0 = G_{\text{coal}} \cdot H_{\text{coal}} \quad (\text{kcal/h}) \quad \dots \dots (6)$$

(5)、(6)式のエネルギー収支より燃焼火炎での燃焼率 x は次の(7)式となる。

$$x = \frac{E}{E_0} \quad \dots \dots (7)$$

上記(7)式は観察している視野下流端での燃焼率であり、火炉出口での燃焼率 x_F とは異なる。そこで、火炉の各段毎に求められた燃焼率 x を x_i (i は段数を示す)とし、バーナ近傍から火炉出口（又は燃焼が無視できる程度に温度が下降する領域）に達するまでのガス滞留時間 Δt_i での燃焼を考え、各段の燃焼率 x_i の火炉出口での燃焼率 x_{iF} は、

$$x_{iF} = f(x_i, \Delta t_i) \quad \dots \dots (8)$$

で与えられる。

従って、出口での平均燃焼率 x_F は、

$$x_F = \sum y_i \cdot x_{iF} \quad \dots \dots (9)$$

ここで、 y_i : i 段への石炭供給重み

となり、出口での推定灰中未燃分 $U B C$ は

$$U B C = \frac{(1 - A)(1 - x_F)}{A + (1 - A)(1 - x_F)} \quad \dots \dots (10)$$

ここで、 A : 石炭中の灰分

で与えられる。

従って、各バーナへの石炭供給量、空気供給量、石炭発熱量、予熱空気温度等のバーナ操作量及び燃焼火炎の温度及び輻射エネルギーを計測すれば、火炉出口での灰中未燃分 $U B C$ は推定できる。

これらの量は物理量であり、バーナ形式、バーナ配置、石炭の炭種の影響を含んでいる。

〔実施例〕

以下、本発明を図面に示す実施例に基づいて説明する。

第1図及び第2図は本発明の一実施例に係り、第1図は灰中未燃分 $U B C$ の監視・診断を単一バーナについて実施した場合を示したもので、同図

において、火炉1の炉壁2に形成された覗き窓3には冷却管5が挿入配置されている。この冷却管5にはI T Vカメラ6に接続されたイメージファイバ8が設けられており、I T Vカメラ6は第2図に示す燃焼状態の監視装置に接続されている。火炉1上部には、1次空気と微粉炭が供給されるバーナ9が設けられている。このバーナ9の回りには2次空気供給管10、3次空気供給管11が設けられており、火炉1下部には空気導入孔12が設けられている。

そして覗き窓3から冷却管5により水又は空気中で冷却したイメージファイバ8を火炉1内に挿入し、このイメージファイバ8により燃焼火災13の画像を火炉1外に導き、この火炉1外に導いた火災画像をI T Vカメラ6で電気信号に変換するようになっている。

なお、第1図において15は空気を旋回させるためのスワロー、16はフィルタである。またイメージファイバ8に広角レンズを採用してもよい。

第2図は燃焼状態の監視装置の一例を示したも

ので、I T Vカメラ6からのアナログ映像信号18は、A/D変換器19を介してデジタル映像信号20に変換され、この信号20はフレームメモリ21に書き込まれる。書き込まれた画像データ22はプロセッサ23に取り込まれ、このプロセッサ23で観測している火炎下流端における燃焼率 α を演算する。操作量及び計測量(石炭供給量、空気供給量、石炭発熱量、予熱空気温度等)25は、プロセスI/O26を介してデジタル信号28としてプロセッサ23に入力され、このプロセッサ23に予め書き込まれた(5)~(10)式へ代入され、推定灰中未燃分U B Cとして算出される。

なお第2図において29は灰中未燃分U B Cのデータ、30はデータ29の表示装置である。

上記のように本実施例に係る装置は、火炉1の火災画像を検出する画像検出手段としてイメージファイバ8、I T Vカメラ6が設けられ、また火災画像から火炎温度を算出する温度演算手段、火炎温度から火炉1出口における燃焼率を算出する燃焼率演算手段、燃焼率から灰中未燃分を算出

る灰中未燃分算出手段及び灰中未燃分が減少するようにバーナ9への石炭供給量、空気供給量、予熱空気温度等を制御する制御手段としてプロセッサ23が設けられている。

以上の処理の1例としてプロセッサ23の内部処理フローの概略を第3図に基づいて説明する。

ステップ100：火災画像データの入力

火災画像データI M (i , j) をプロセッサ23に入力する (i = 1 ~ I , j = 1 ~ J) 。

ステップ110：火災画像データの平均化

その燃焼状態を示す最も高い確率を持つ火災形状を求める ((11)式に1例を示す) 。

$$\hat{I} M (i , j) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (I M (i , j))_k \cdots (11)$$

ここで、 $\hat{I} M (i , j)$: 平均化した火災画像
k : 平均化の標本数
(k = 1 ~ N)

ステップ120：火炎の温度計算

2波長温度計の原理を用いて、火炎の温度を算

出し、平均温度を算出する。

ステップ130：エネルギーの計算

ステップ120で算出した火炎温度を用いて、供給した燃焼ガス(含未燃固体分)の温度上昇によるエネルギー E_1 と火炎で発生したエネルギー E_2 を次式により計算する。

$$E_1 = f_1 (G_{\text{coal}}, G_{\text{air}}, T_o, T) \cdots (12)$$

$$E_2 = f_2 (T) \cdots (13)$$

ここで、 G_{coal} : 石炭供給量

G_{air} : 空気供給量

T : 火炎温度

T_o : 予熱空気温度

また、バーナへの供給石炭に伴うエネルギー E_o は(6)式により計算される。

ステップ140：燃焼率 α の計算

ステップ130で算出したバーナへの入力エネルギー E_o 及び燃焼により生成したエネルギー $E = E_1 + E_2$ を(7)に代入することにより、燃焼火炎下流端での燃焼率 α は算出できる。

ステップ150：火炉出口での平均燃焼率の計算

ステップ120, 140で計算した火炎温度、燃焼率及び操作量、計測量を用いて、次式により火炉出口での平均燃焼率 x_F を求める。

$$x_F = f_x(x, T_{air}, \Delta t, G_{coal}, G_{air}, y) \dots (14)$$

ここで、 T_{air} : 火炎の平均温度

Δt : バーナ近傍から火炉出口(又は燃焼が無視できる程度まで温度が下降する領域)に達するまでの滞留時間

y : 各段への石炭供給重み

ステップ160: 灰中未燃分の計算

ステップ150で算出した火炉出口での平均燃焼率 X_F 及び石炭中の配分 A を(10)式に代入して、出口での推定未燃分 U_{BC} を計算する。

ステップ170: 灰中未燃分の推定結果の出力
灰中未燃分の推定値 U_{BC} を出力装置に出力する。

ステップ180: 灰中未燃分推定結果の判断

ステップ170における灰中未燃分の推定値 U_{BC} が適正か否かを判断する。ここで YES と判

バーナ9への空気供給量、予熱空気温度、石灰中灰分を制御する工程。
からなっている。

以上の如く、火炎画像から火炎温度及び火炎での生成エネルギーを計算し、バーナ供給石炭エネルギーの収支から燃焼率を算出し、更に操作量及び計測量とから灰中未燃分を推定し、計測位置の灰中未燃分を精度よく推定或いは予測することが可能となる。

他の実施例として、第4図に複数の異なるバーナを本発明による燃焼状態監視装置で監視する場合を示す。この場合、燃焼状態監視装置の画像入力部を A 、 B 、 C 段の各々画像入力時に切替える方法(第5図(a))、 A/D 変換器とフレーム・メモリを各々 A 、 B 、 C 段用に準備し、3段同時にフレームメモリ21に画像を入力する方法(第5図(b))が考えられる。プロセッサ23の内部処理は、基本的には第3図と同様である。

例えば、実機ボイラの燃焼状態の監視に本発明を用いることにより、各段のバーナ燃焼状態、す

断されるとプログラムは終了するが、 NO と判断されたとき、すなわち灰中未燃分の推定値が多いときは、バーナ9への電力量によってきまる空気供給量、予熱空気温度、石灰中灰分等を制御して上述の手順によりプログラムを実行する。

上記のように本実施例に係る方法は、

(イ)第一工程: 火炉1の火炎温度を検出する工程、
(ロ)第二工程: その火炎温度から発生しているエネルギーを計算する工程、

(ハ)第三工程: そのエネルギーを火炎での出力エネルギーとし、バーナ9への石炭供給量、石炭発熱量を入力エネルギーとしてエネルギーの収支をとり、燃焼火炎13での燃焼率を算出し、これにより火炉1の燃焼状態を監視する工程、

(ニ)第四工程: 第一から第三工程で求めた燃焼率をもとに、バーナ9への石炭供給量、空気供給量、予熱空気温度、石灰中灰分等を用いて火炉1出口での灰中未燃分を推定し、この推定された灰中未燃分により火炉1の燃焼状態を監視する工程、

(ホ)第五工程: その灰中未燃分が減少するように

なわちボイラ運転状態を監視でき、アフタエアの影響を考慮したきめの細かな高効率運転を実現できる。また、本発明の灰中未燃分推定値から、操作量(空気供給量、空気比、等)を制御することにより、オペレータの負担をさらに低減することができる。なお第4図、第5図において、31はアフタエアポート32は映像信号切換装置である。

さらに本発明は、バーナのタイプによって左右されるものではない。例えば、第6図及び第7図のように異なるバーナ・タイプであってもバーナ断面方向から燃焼火炎を計測すると、形成される火炎は第6、7図共同様な形状を示すことから明らかである。

また、本実施例では燃焼温度及び火炎で生成したエネルギーを算出する際に、イメージファイバ8で燃焼火炎の画像を用いているが、もっと簡便に他の温度測定法、例えば、放射温度計や二波長温度計等や放射エネルギー測定装置をセンサーとして用いても同様な効果が期待できることは言うまでもない。

〔発明の効果〕

本発明によれば、バーナへの供給エネルギー及び燃焼火炎で生成したエネルギーのエネルギー収支により燃焼率を求め、火炉出口での灰中未燃分を精度良く推定でき、これによりバーナ操作量を制御して燃焼効率を高くできる効果がある。

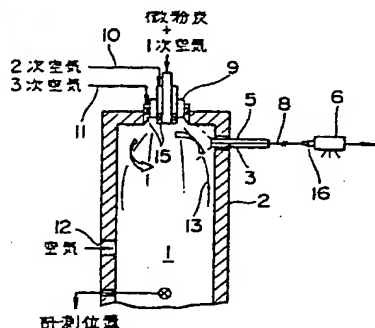
4. 図面の簡単な説明

第1図から第3図は本発明の一実施例に係り、第1図は火炉部の縦断面図、第2図は燃焼状態の監視装置の概略構成図、第3図はプロセッサの概略処理フローチャート、第4図(a)は他の実施例に係る火炉部の概略正面図、第4図(b)は第4図(a)に示すものの平面図、第5図は他の実施例の画像入力方法の一例を示す図、第6図(a)及び第7図(a)は他の実施例のバーナ部の概略正面断面図、第6図(b)及び第7図(b)は第6図(a)及び第7図(a)に示すものの平面図、第8図は火炎形状を比較した図、第9図は従来例の火炎形状から抽出する特徴パラメータを示す図である。

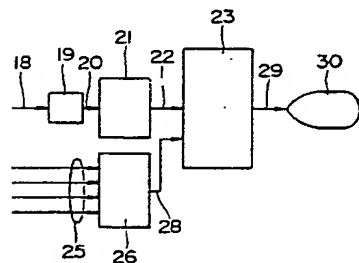
- 1…火炉、5…冷却管、6…ITVカメラ、
8…イメージファイバ、9…バーナ、
10…2次空気供給管、11…3次空気供給管、
13…火炎、18…アナログ映像信号、
19…A/D変換器、20…デジタル映像信号、
21…フレームメモリ、22…画像データ、
23…プロセッサ、25…操作量及び計測量。

代理人 鶴 沼 辰 之

第1図

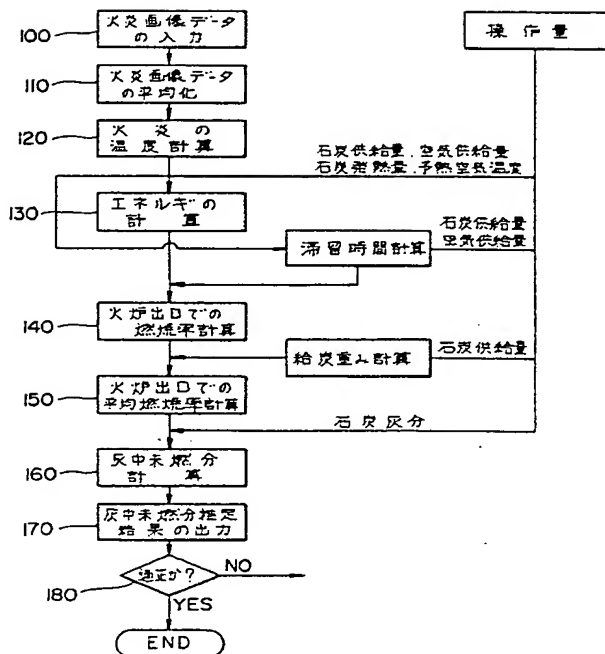


第2図



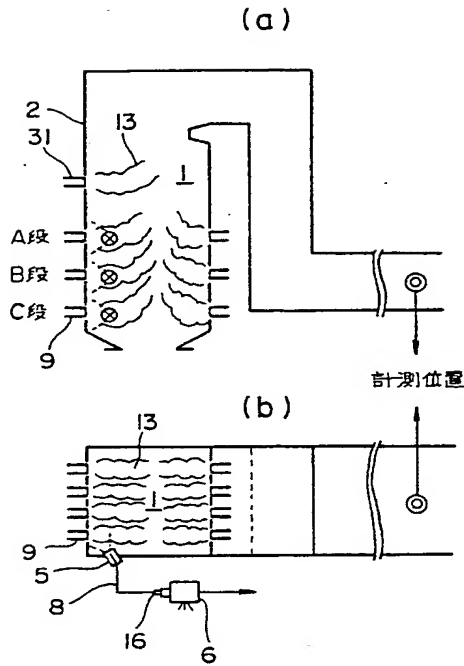
- 1: 火炉
5: 冷却管
6: ITVカメラ
8: イメージファイバ
9: バーナ
13: 火炎
19: A/D変換器
21: フレームメモリ
23: プロセッサ
25: 操作量及び計測量

第3図

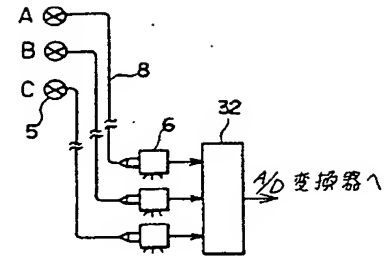


第 5 図

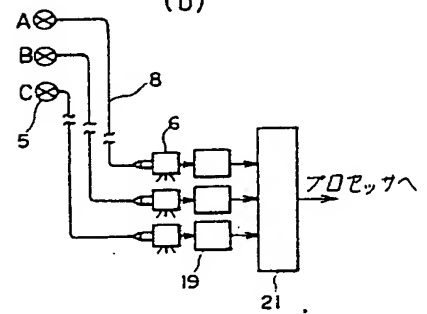
第 4 図



(a)



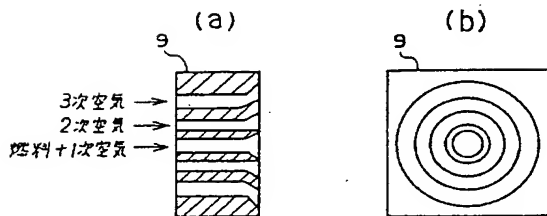
(b)



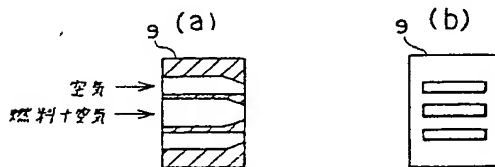
第 8 図

ケース	火炎形状	灰中炭素分	NOx	炉内温度
(a)	バート 1次 2次 前燃室高温域	少ない	多い	高い
(b)	1次 2次	多い	(a)(c)の間	低い
(c)	1次 2次	(a)(b)の間	少ない	(a)(b)の間

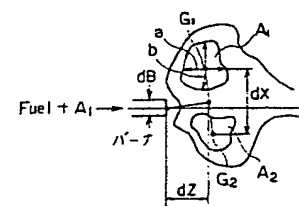
第 6 図



第 7 図



第 9 図



A_1, A_2 -----酸化炭

第 1 頁の続き

⑦発明者	木村	亨	茨城県日立市大みか町 5 丁目 2 番 1 号 株式会社日立製作所大みか工場内
⑦発明者	宮垣	久典	茨城県日立市大みか町 5 丁目 2 番 1 号 株式会社日立製作所大みか工場内
⑦発明者	稲田	宏	東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 2 号 パプコック日立株式会社内
⑦発明者	渡辺	好夫	宮城県仙台市柏木 1 丁目 7 番 33 号
⑦発明者	佐久間	直勝	宮城県仙台市吉成 3 丁目 1 番 17 号